

4552
10/643,088

65555-US
SK/US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 8 月 1 9 日
Date of Application:

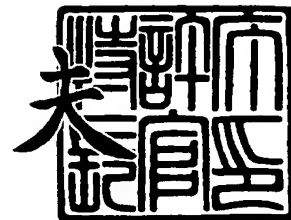
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 3 7 8 1 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 3 7 8 1 1]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 0 9 6 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 P14-08-008

【提出日】 平成14年 8月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02M 47/00

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 竹本 英嗣

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

 【識別番号】 100080045

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石黒 健二

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014476

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9004764

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料噴射制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(a) ノズル部およびピエゾ素子を有し、
前記ピエゾ素子を充電すると前記ノズル部が開弁し、前記ピエゾ素子を放電すると前記ノズル部が閉弁するピエゾインジェクタと、
(b) 燃料の噴射圧力に相当する燃料圧力を検出する燃料圧力検出手段と、
(c) この燃料圧力検出手段によって検出された前記燃料圧力に応じて、前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値を変更する充電量可変手段と、
(d) 少なくともエンジンの運転状態または運転条件に応じて設定される指令噴射量、および前記充電量可変手段によって変更された前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値に基づいて、指令噴射期間を算出する噴射期間決定手段とを備えた燃料噴射制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料噴射制御装置において、
前記噴射期間決定手段は、前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値の変更に応じて実際の噴射量または噴射終了時期または前記ノズル部の閉弁時期が変化しないように、前記充電量可変手段によって変更された前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値が大きい程、前記指令噴射期間を短くする噴射期間補正手段を有していることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料噴射制御装置において、
前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値を変更するとは、前記ピエゾ素子に供給する目標エネルギーを前記燃料圧力検出手段によって検出された前記燃料圧力に応じて変更して、前記燃料圧力に応じて前記ピエゾ素子への充電量を増減することであることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

(a) ノズル部およびピエゾ素子を有し、

前記ピエゾ素子を充電すると前記ノズル部が開弁し、前記ピエゾ素子を放電すると前記ノズル部が閉弁するピエゾインジェクタと、

(b) 燃料の噴射圧力に相当する燃料圧力を検出する燃料圧力検出手段と、

(c) この燃料圧力検出手段によって検出された前記燃料圧力に応じて、前記ピエゾ素子への充電速度および充電電圧の上限値を変更する充電量可変手段と、

(d) 少なくともエンジンの運転状態または運転条件に応じて設定される指令噴射量、および前記充電量可変手段によって変更された前記ピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値に基づいて、指令噴射期間を算出する噴射期間決定手段と、

(e) 少なくとも前記エンジンの運転状態または運転条件、および前記充電量可変手段によって変更された前記ピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値に基づいて、指令噴射時期を算出する噴射時期決定手段とを備えた燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の燃料噴射制御装置において、

前記噴射期間決定手段は、前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値の変更に応じて実際の噴射量または噴射終了時期または前記ノズル部の閉弁時期が変化しないように、前記充電量可変手段によって変更された前記ピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値が大きい程、前記指令噴射期間を短くする噴射期間補正手段を有していることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の燃料噴射制御装置において、

前記噴射時期決定手段は、前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値の変更に応じて実際の噴射開始時期または前記ノズル部の開弁時期が変化しないように、前記充電量可変手段によって変更された前記ピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値が大きい程、前記指令噴射時期を遅角させる噴射時期補正手段を有していることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項 7】

請求項 4 ないし請求項 6 のうちのいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置にお

いて、

前記ピエゾ素子への充電電圧の上限値を変更するとは、前記ピエゾ素子に供給する目標エネルギーを前記燃料圧力検出手段によって検出された前記燃料圧力に応じて変更して、前記燃料圧力に応じて前記ピエゾ素子への充電量を増減することであることを特徴とする燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ディーゼルエンジン等の内燃機関の気筒内への噴射量、噴射時期を制御する燃料噴射制御装置に関するもので、特にピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電量を増減するエネルギー可変制御を実施することが可能な燃料噴射制御装置に係わる。

【0002】

【従来の技術】

コモンレール式燃料噴射装置は、ディーゼルエンジンに用いられるもので、各気筒共通のコモンレールを高圧供給ポンプからの高圧燃料の圧送で高圧に蓄圧し、コモンレールから各気筒のインジェクタに高圧燃料を供給し、インジェクタはECUによる制御のもので燃料噴射を行なう。インジェクタは、供給された上記の高圧燃料を噴孔から噴射するノズル部を有し、噴孔の開度はノズル部内に挿入されたノズルニードルにより行なう。

【0003】

インジェクタに供給される高圧燃料は、例えばノズルニードルの後端面に面して背圧室を有し、背圧室には絞りを介して上記の高圧燃料が導入されてノズルニードルの背圧を発生し、背圧の増減でノズルニードルが開閉作動する。背圧の増減は、背圧増減手段により行なわれる。背圧増減手段は、背圧室と低圧通路の間に介設された弁室を有し、その中に収容された弁体の作動で背圧室の圧力を低圧通路にリリースする。弁体の駆動には、近年、圧電セラミック等の圧電効果を応用したピエゾアクチュエータが用いられている。

【0004】

従来より、ピエゾアクチュエータ等を使用したピエゾインジェクタを備えたコモンレール式燃料噴射装置において、ピエゾスタックへの充電量を必要最小限に抑えるため、コモンレール圧力に応じてピエゾスタックへの充電電圧の上限電圧を可変にすることで、ピエゾスタックへの充電量を例えば大小2段階に増減する方法（例えば特開2001-241350公報）が知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、従来のコモンレール式燃料噴射装置においては、ピエゾスタックへの充電エネルギーを最小限に抑え、発熱低減を狙ったものであるが、図8に示したように、ピエゾスタックへの充電エネルギーを増減したことに伴って、ピエゾスタックへの充電量、つまりピエゾスタックへの充電電圧の上限電圧が変わり、放電波形が時間的に変化する。ここで、ピエゾインジェクタの噴射終了時期は、ピエゾスタックが任意量収縮した時点で決まるため、放電時間の変化により、噴射期間が変わる。これにより、エンジンの各気筒の燃焼室内へ燃料噴射される実際の噴射量と指令噴射量とが大きくずれるという不具合があった。

【0006】

また、ピエゾスタックへの充電量を例えば大小2段階に増減する他の方法として、図9に示したように、ピエゾスタックへの充電電圧の充電速度を可変する方法がある。この際には、ピエゾスタックへの充電電圧の充電速度を増減したことに伴って、ピエゾスタックへの充電量が変わり、放電波形が時間的に変化する。これに加えて、充電波形も時間的に変化する。これにより、ピエゾインジェクタの噴射開始時期も変わることから、エンジンの各気筒の燃焼室内へ燃料噴射される実際の噴射量と指令噴射量とが大きくずれるという不具合だけでなく、エンジンのエミッション性能やドライバビリティ性能等が損なわれるという不具合があった。

【0007】

【発明の目的】

本発明は、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電量を増減するエネルギー可変制御中に、ピエゾ素子への充電電圧の上限値または充電速度に応じて、噴射

期間または噴射開始時期を補正することにより、実際の噴射量と指令噴射量とのずれを小さくし、エンジンのエミッション性能やドライバビリティ性能等の低下を防止することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明によれば、燃料圧力検出手段によって検出された燃料圧力に応じて、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電電圧の上限値を変更する。そして、少なくともエンジンの運転状態または運転条件に応じて設定される指令噴射量、および充電量可変手段によって変更されたピエゾ素子への充電電圧の上限値に基づいて、指令噴射期間を算出することにより、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電量を増減するエネルギー可変制御を実施しても、指令噴射期間の終了時点からピエゾ素子が任意量収縮する時点までのピエゾ素子の放電時間の変化が小さくなる。すなわち、ピエゾ素子への充電電圧の上限値が燃料圧力に応じて変更されても、ピエゾ素子が任意量収縮する時期、ノズル部の閉弁時期、ピエゾインジェクタの噴射終了時期の変化を抑えることができる。これにより、エンジンへ燃料噴射される実際の噴射量と指令噴射量とのずれが小さくなる。

【0009】

請求項2に記載の発明によれば、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電電圧の上限値の変更に応じて実際の噴射量または噴射終了時期またはノズル部の閉弁時期が変化しないように、充電量可変手段によって変更されたピエゾ素子への充電電圧の上限値が大きい程、指令噴射期間を短くすることにより、請求項1に記載の発明の効果を更に向上できる。

【0010】

請求項3に記載の発明によれば、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電電圧の上限値を変更するとは、ピエゾ素子に供給する目標エネルギーを燃料圧力検出手段によって検出された燃料圧力に応じて変更して、燃料圧力検出手段によって検出された燃料圧力に応じてピエゾ素子への充電量を増減することであることを特徴としている。

【0011】

請求項 4 に記載の発明によれば、燃料圧力検出手段によって検出された燃料圧力に応じて、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電速度および充電電圧の上限値を変更する。そして、少なくともエンジンの運転状態または運転条件に応じて設定される指令噴射量、および充電量可変手段によって変更されたピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値に基づいて、指令噴射期間を算出する。そして、少なくともエンジンの運転状態または運転条件、および充電量可変手段によって変更されたピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値に基づいて、指令噴射時期を算出することにより、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電量を増減するエネルギー可変制御を実施しても、指令噴射時期の開始時点からピエゾ素子が任意量伸長する時点までのピエゾ素子の充電時間の変化が小さくなると共に、指令噴射期間の終了時点からピエゾ素子が任意量収縮する時点までのピエゾ素子の放電時間の変化が小さくなる。すなわち、ピエゾ素子への充電速度および充電電圧の上限値が燃料圧力に応じて変更されても、ノズル部の開弁時期、ピエゾインジェクタの噴射開始時期の変化を抑えることができると共に、ピエゾ素子が任意量収縮する時期、ノズル部の閉弁時期、ピエゾインジェクタの噴射終了時期の変化を抑えることができる。これにより、エンジンのエミッション性能やドライバビリティ性能等の低下を防止することができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 に記載の発明によれば、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電電圧の上限値の変更に応じて実際の噴射量または噴射終了時期またはノズル部の閉弁時期が変化しないように、充電量可変手段によって変更されたピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値が大きい程、指令噴射期間を短くすることにより、請求項 4 に記載の発明の効果を更に向上できる。

【 0 0 1 3 】

請求項 6 に記載の発明によれば、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電電圧の上限値の変更に応じて実際の噴射開始時期またはノズル部の開弁時期が変化しないように、前記充電量可変手段によって変更されたピエゾ素子への充電速度または充電電圧の上限値が大きい程、指令噴射時期を遅角させることにより、請求項 4 に記載の発明の効果を更に向上できる。

【0014】

請求項7に記載の発明によれば、ピエゾインジェクタのピエゾ素子への充電電圧の上限値を変更するとは、ピエゾ素子に供給する目標エネルギーを燃料圧力検出手段によって検出された燃料圧力に応じて変更して、燃料圧力検出手段によって検出された燃料圧力に応じてピエゾ素子への充電量を増減することであることを特徴としている。

【0015】

【発明の実施の形態】

[第1実施形態の構成]

図1ないし図4は本発明の第1実施形態を示したもので、図1はピエゾインジェクタの全体構造を示した図で、図2(a)はコモンレール式燃料噴射装置の全体構成を示した図である。

【0016】

本実施形態のピエゾ素子（以下ピエゾスタックと呼ぶ）1は、多気筒ディーゼルエンジン等の内燃機関（以下エンジンと呼ぶ）の各気筒に取り付けられるピエゾインジェクタ2の棒状体3内に収容保持されて、燃料の噴射と停止とを切り替えるピエゾアクチュエータとして機能するものであり、複数の板状ピエゾが電極を介して図示上下方向に多数積層された積層構造を有する。このピエゾスタック1は、充電に対応して伸長し、放電に対応して収縮する。

【0017】

ここで、ピエゾスタック1が搭載されるピエゾインジェクタ2は、例えばコモンレール式燃料噴射装置に適用される。このコモンレール式燃料噴射装置は、エンジンの各気筒毎に搭載された複数のピエゾインジェクタ2と、燃料タンク4から吸入した燃料を加圧して圧送するサプライポンプ5と、このサプライポンプ5より吐出された高圧燃料を蓄圧するコモンレール6と、サプライポンプ5および複数のピエゾインジェクタ2のピエゾスタック1を電子制御するエンジン制御装置（エンジン制御ユニット：以下ECUと呼ぶ）10とを備えている。

【0018】

サプライポンプ5は、フィードポンプ（低圧供給ポンプ：図示せず）により燃

料タンク 4 から吸い上げた燃料を加圧して吐出口からコモンレール 6 内へ高圧燃料を吐出する高圧供給ポンプである。この燃料タンク 4 からサプライポンプ 5 の加圧室までの燃料流路には、その燃料流路の開度を調節するための吸入調量弁 7 が取り付けられている。その吸入調量弁 7 は、E C U 10 からのポンプ駆動信号によって電子制御されることにより、サプライポンプ 5 の加圧室内に吸入される燃料の吸入量を調整するもので、各気筒のピエゾインジェクタ 2 からエンジンの各気筒内へ噴射供給する燃料の噴射圧力（コモンレール圧力）を変更する。

【0019】

コモンレール 6 には、連続的に燃料の噴射圧力に相当する高圧燃料が蓄圧される必要があり、そのためにコモンレール 6 は、燃料供給ライン 71 を介してサプライポンプ 5 の吐出口と接続されている。また、コモンレール 6 は、燃料供給ライン 72 を介して各気筒のピエゾインジェクタ 2 の配管継手部と接続されている。そして、コモンレール 6 からピエゾインジェクタ 2 へ供給された燃料は、エンジンの各気筒への燃料噴射用の他に、ピエゾインジェクタ 2 の制御油圧用としても用いられ、ピエゾインジェクタ 2 から低圧のドレーンライン 73 を経て燃料タンク 4 へ還流するように構成されている。

【0020】

次に、本実施形態のピエゾインジェクタ 2 の詳細な構造を図 1 および図 2 に基づいて説明する。ここで、図 2（b）はピエゾインジェクタの主要部を示した図である。複数のピエゾインジェクタ 2 は、インジェクタ駆動回路（以下 E D U と呼ぶ）9 を介して E C U 10 からの制御信号によって電子制御されることにより、必要な時期に必要な時間だけピエゾインジェクタ 2 の噴孔から各気筒内にコモンレール 6 内の燃料圧力（以下コモンレール圧力と呼ぶ）に等しい噴射圧力で燃料を噴射するように構成されている。

【0021】

ピエゾインジェクタ 2 は、ハウジング（ノズルボディやノズルホルダ等）を構成する棒状体 3 を有し、図示下端側がエンジンの各気筒の燃焼室壁を貫通し、先端部が燃焼室内に突出するものである。そして、ピエゾインジェクタ 2 は、図示下端側から図示上端側に向かって順番に、ノズル部 11、背圧制御部 12、ピエ

ゾアクチュエータ（ピエゾ駆動部）13が設けられている。

【0022】

ノズル部11は、棒状体3の図示下端側に設けられるノズルボディと、図示上端側の大径部15がノズルボディ内に摺動自在に支持されるノズルニードル14とから構成される。そして、ノズルボディの図示下端部には、サック部21を形成するサック部形成壁を貫通するように、エンジンの燃焼室内に燃料を噴射する噴孔22が形成されている。そして、ノズルニードル14の小径部16の外周には、環状の油溜まり23が形成されている。その油溜まり23は、常に高压通路24と連通しており、コモンレール6から燃料供給ライン72を経て高压燃料が常時供給されている。

【0023】

ノズルニードル14は、先端側の円錐部17がノズルボディの環状シート部に着座すると、油溜まり23とサック部21との連通を遮断するため、噴孔22からの燃料噴射を禁止する。また、ノズルニードル14は、先端側の円錐部17が環状シート部から離座すると、油溜まり23とサック部21とが連通するため、噴孔22から燃料を噴射する。そして、コモンレール6から燃料供給ライン72、高压通路24を経て油溜まり23内に供給される高压燃料は、ノズルニードル14の大径部15と小径部16との間の段差面および円錐部17の円錐面に上向き作用して、ノズルニードル14を開弁方向にリフトするように作用している。

【0024】

ノズルニードル14の大径部15の図示上側の背圧室25には、高压通路24からインオリフィス26を介して高压燃料が導入されている。コモンレール6から燃料供給ライン72、高压通路24、インオリフィス26を経て背圧室25に供給される高压燃料は、ノズルニードル14の大径部15の図示上端面に下向きに作用して、背圧室25内に収納されたスプリング29と共に、ノズルニードル14を閉弁方向に押し付けるように作用している。ここで、スプリング29は、ノズルニードル14を閉弁方向に付勢するニードル付勢手段である。

【0025】

背圧室25は、アウトオリフィス27を介して、背圧制御部12の弁室30と

常時連通している。弁室 30 の天井面は、図 2 (b) に示したように、円錐状に形成されており、天井面の最上部に開口する細穴 31、および後述するピストンの外周に形成された環状空間 32 を介して低圧通路 33 と繋がっている。この低圧通路 33 は、上記のドレーンライン 73 に通じている。また、弁室 30 の底面には、細穴 31 に対向する位置に高圧通路 24 と連通する高圧制御通路 34 が開口している。

【0026】

さらに、弁室 30 内には、図示下端面が水平にカットされたボール弁 35 が配設されている。このボール弁 35 は、図示上下方向に移動可能な弁体であり、下降時には、カット面が弁室 30 の底面（高圧側弁座：以下高圧側シートと呼ぶ）30a に着座して弁室 30 と高圧制御通路 34 との連通を遮断し、上昇時には、弁室 30 の天井面（低圧側弁座：以下低圧側シートと呼ぶ）30b に着座して弁室 30 と環状空間 32 との連通を遮断する。

【0027】

このように、ボール弁 35 が下降して弁室 30 と高圧制御通路 34 との連通が閉じられると、背圧室 25 が弁室 30、環状空間 32 を介して低圧通路 33 を介してドレーンライン 73 に連通し、結果的に背圧室 25 の圧力が下がり、ノズルニードル 14 が離座する。

逆に、ボール弁 35 が上昇して弁室 30 と環状空間 32 との連通が閉じられると、背圧室 25 と環状空間 32 との連通が遮断されて、インオリフィス 26 を介して背圧室 25 が高圧通路 24 のみと連通し、ノズルニードル 14 の背圧が高まり、ノズルニードル 14 が着座する。

【0028】

ピエゾアクチュエータ 13 は、ピエゾスタック 1 の伸長によってボール弁 35 を押し下げるものであり、環状空間 32 の図示上方に形成された縦穴 41 内に摺動自在に保持されたピストン 42、およびピストン 42 の図示上側に多数積層されたピエゾスタック 1 が配置されている。

ピストン 42 の大径部は、その小径部の外周側に配置された皿ばね 43 によってピエゾスタック 1 に押し付けられており、積層されたピエゾスタック 1 の伸縮

量と同じだけ図示上下方向に変位する。

ピエゾスタック 1 が放電状態で縮小している時は、ピストン 42 の図示下部に一体形成されたプレッシャピン部とボール弁 35 との間は非押圧状態で当接または僅かなギャップが形成されている。

【0029】

噴射開始時には、先ず、ピエゾスタック 1 が充電されてピエゾスタック 1 が伸長する。すると、ピストン 42 が下降してボール弁 35 が押し下げられ、背圧室 25 の背圧が低下する。これにより、ノズルニードル 14 が離座して燃料の噴射が開始される。

また、噴射停止時には、先ず、ピエゾスタック 1 が放電されてピエゾスタック 1 が収縮する。すると、ピストン 42 が上昇してボール弁 35 の押し下げを解除する。ボール弁 35 には、図 2 (b) に示したように、高圧制御通路 34 から高圧燃料が作用 (F) しているため、ボール弁 35 が上昇して、弁室 30 と環状空間 32 との連通を遮断する。すると、背圧室 25 の背圧が上昇し、ノズルニードル 14 が着座して燃料の噴射が停止する。

【0030】

ボール弁 35 は、低圧側シート 30b の面積分に相当するボール弁 35 の受圧面だけ弁室 30 内の高圧燃料が図示上方に付勢することにより、低圧側シート 30b に着座している。一方、EDU9 からの充電でピエゾスタック 1 が伸長すると、ピエゾスタック 1 はピストン 42 を押し下げボール弁 35 を高圧側シート 30a に着座させる。

【0031】

ECU10 には、図 3 に示したように、制御処理、演算処理を行なう CPU、各種プログラムおよびデータを保存する ROM、RAM、入力回路、出力回路、電源回路およびポンプ駆動回路等の機能を含んで構成される周知の構造のマイクロコンピュータが設けられている。そして、各種センサからのセンサ信号は、A/D変換器で A/D変換された後にマイクロコンピュータに入力されるように構成されている。

【0032】

ECU10は、クランク角度センサ61からの回転角度信号を入力するように構成されている。このクランク角度センサ61は、シグナルロータが1回転（クランク軸が1回転）する間に複数のNE信号パルスを出力する。そして、ECU10は、NE信号パルスの間隔時間を計測することによってエンジン回転速度（NE）を検出する。また、ECU10は、アクセルペダルの踏み込み量（アクセル開度：ACCP）を測定するアクセル開度センサ62、エンジン冷却水温（THW）を検出する冷却水温センサ63、燃料タンク4からサプライポンプ5の加圧室までの燃料流路内に流入する燃料温度（THF）を検出する燃料温度センサ64、およびコモンレール6内の燃料圧力（コモンレール圧力：Pc）を検出するコモンレール圧力センサ（燃料圧力センサ、燃料圧力検出手段）65等からセンサ信号を入力するように構成されている。

【0033】

また、ECU10は、エンジンの運転状態または運転条件に基づいて指令噴射量（QFIN）、指令噴射時期（TFIN）や指令噴射期間（Tq）を算出し、EDU9に噴射指令パルスを印加するように構成されている。具体的には、エンジン回転速度（NE）とアクセル開度（ACCP）と予め実験等により測定して作成した特性マップとによって最適な基本噴射量（Q）を算出する基本噴射量決定手段と、この基本噴射量（Q）にエンジン冷却水温（THW）や燃料温度（THF）等を考慮した噴射量補正量を加味して指令噴射量（QFIN）を算出する指令噴射量決定手段と、エンジン回転速度（NE）と指令噴射量（QFIN）とに応じて基本噴射時期（Ts）を算出する噴射時期決定手段と、指令噴射量（QFIN）とコモンレール圧力（Pc）と予め実験等により測定して作成した特性マップとによって基本噴射期間（噴射量指令値：Tq）を算出する噴射期間決定手段と、EDU9にパルス状のインジェクタ駆動電流（噴射量指令値、噴射指令パルス）を印加してピエゾインジェクタ2のピエゾスタック1を駆動するインジェクタ駆動手段とから構成されている。なお、基本噴射時期（Ts）を補正後噴射開始時期（指令噴射時期：TFIN）に補正する噴射時期補正手段、および基本噴射期間（Tq）を補正後噴射期間（指令噴射期間：TQFIN）に補正する噴射期間補正手段を備えても良い。なお、噴射量指令値とは、噴射指令パルス長

さまたは噴射指令パルス幅または噴射指令パルス時間である。

【0034】

また、ECU10は、各気筒のピエゾインジェクタ2からエンジンへ噴射供給する燃料の噴射圧力（コモンレール圧力）を検出するコモンレール圧力センサ65をコモンレール6に取り付けて、そのコモンレール圧力センサ65によって検出されるコモンレール圧力（ P_c ）がエンジンの運転状態または運転条件によって決定される目標コモンレール圧力（ P_{FIN} ）と略一致するように吸入調量弁7をフィードバック制御するように構成されている。

【0035】

EDU9は、ピエゾインジェクタ2に搭載されたピエゾスタック駆動用の公知の構成のもので、DC-DC回路、ピエゾスタック1への充放電電流を制限するインダクタ、ピエゾスタック1における電荷の移動を制御するスイッチ回路等からなり、ピエゾスタック1の充放電および充電量の設定は、ECU10によりスイッチ回路の制御を行なうことで可能とされている。ここで、ECU10は、コモンレール圧力センサ65によって検出されたコモンレール圧力（ P_c ）を取り込み、このコモンレール圧力（ P_c ）に応じてピエゾスタック1への充電量を増減する充電エネルギー可変制御（以下エネルギー可変制御と略す）を実施するように構成されている。

本実施形態では、ピエゾインジェクタ2のピエゾスタック1への充電量を増減する方法として、ピエゾスタック1への充電エネルギー（ピエゾスタック1の両電極間の上限電圧、ピエゾスタック1への充電電圧の上限値、充電エネルギーレベル：以下目標エネルギーと呼ぶ）をコモンレール圧力（ P_c ）に応じて増減することで、ピエゾスタック1への目標エネルギーを必要最小限に抑え、発熱量の低減を図っている。

【0036】

[第1実施形態の制御方法]

次に、本実施形態のピエゾスタック1への充電量を増減するエネルギー可変制御実施時の、ピエゾインジェクタ2の噴射期間（噴射量）、噴射時期制御方法を図1ないし図4に基づいて簡単に説明する。ここで、図4はピエゾインジェクタ

2の噴射期間（噴射量）、噴射時期制御方法を示したフローチャートである。

【0037】

イグニッションスイッチがオン（IG・ON）されると、まず、ピエゾインジェクタ2の噴射量および噴射時期制御に必要な、例えばエンジン回転速度（NE）、アクセル開度（ACCP）、エンジン冷却水温（THW）、燃料温度（THF）およびコモンレール圧力（Pc）等の各種センサ信号を取り込む。次に、コモンレール圧力センサ65によって検出されたコモンレール圧力（Pc）に基づいて、ピエゾスタック1の充電量（ピエゾスタック1の両電極間の上限電圧、ピエゾスタック1への充電電圧の上限値）、すなわち、ピエゾスタック1への目標エネルギーを例えばマップ検索により算出する（充電量可変手段：ステップS1）。ここで、ピエゾスタック1への目標エネルギーは、図4に示したように、コモンレール圧力（Pc）が増加する程、大きくなるように設定される。

【0038】

次に、上記のステップS1で求めた目標エネルギー（例えばアナログ電圧信号）をEDU9へ指令する（ステップS2）。次に、上記のステップS1で求めた目標エネルギーと、別途求めた基本噴射期間（Tq）とに基づいて、噴射期間補正量（ ΔTq ）を例えばマップ検索により算出する（噴射期間補正量決定手段：ステップS3）。なお、基本噴射期間（Tq）は、指令噴射量（QFIN）とコモンレール圧力（Pc）と予め実験等により測定して作成した特性マップとによって求められる指令噴射期間（Tq）に相当する。次に、上記のステップS3で求めた噴射期間補正量（ ΔTq ）と基本噴射期間（Tq）とを加算して、補正後噴射期間（指令噴射期間：TQFIN）を求める（噴射期間決定手段、噴射期間補正手段：ステップS4）。

【0039】

次に、上記のステップS1で求めた目標エネルギーに基づいて、噴射開始時期補正量（ ΔTs ）を算出する（噴射時期補正量決定手段：ステップS5）。次に、上記のステップS5で求めた噴射開始時期補正量（ ΔTs ）と別途求めた基本噴射時期（Ts）とを加算して、補正後噴射開始時期（指令噴射時期：TFIN）を求める（噴射時期決定手段、噴射時期補正手段：ステップS6）。なお、基

本噴射時期 (T_s) は、エンジン回転速度 (NE) と指令噴射量 ($QFIN$) とによって求められる。次に、補正後噴射期間 (指令噴射期間: $TQFIN$)、補正後噴射開始時期 ($TFIN$) に基づいた噴射量指令値 (噴射指令パルス) を $EDU9$ に送り (ステップ $S7$)、これらの処理を終了する。その後に、ステップ $S1$ 以下の処理を繰り返す。

【0040】

[第1実施形態の効果]

以上のように、本実施形態のコモンレール式燃料噴射装置は、コモンレール圧力 (P_c) に応じてピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 への目標エネルギーを増減するエネルギー可変制御実施時に、目標エネルギーに対応して噴射期間および噴射開始時期を補正するようにしている。

【0041】

例えばピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 への目標エネルギーの増減に応じて実際の噴射量または噴射終了時期またはノズルニードル 14 の閉弁時期が変化しないように、ピエゾスタック 1 への目標エネルギーが増大する程、噴射期間が短くなり、噴射量および噴射終了時期の変化が小さくなる。また、ピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 への目標エネルギーの増減に応じて実際の噴射開始時期またはノズルニードル 14 の閉弁時期が変化しないように、ピエゾスタック 1 への目標エネルギーが増大する程、指令噴射時期を遅角させることにより、実際の噴射開始時期の変化を小さくすることができる。これにより、ピエゾインジェクタ 2 の噴射開始時期から噴射終了時期までの実際の噴射期間の変化が小さくなるので、エンジンの各気筒の燃焼室内に噴射される実際の噴射量の変化が小さくなる。

【0042】

それらによって、ピエゾスタック 1 への目標エネルギーを増減するエネルギー可変制御を実施しても、ピエゾスタック 1 への充電開始時点からピエゾスタック 1 が任意量伸長する時点までのピエゾスタック 1 の充電時間の変化が小さくなると共に、噴射指令パルスの終了時点からピエゾスタック 1 が任意量収縮する時点までのピエゾスタック 1 の放電時間の変化が小さくなる。

【0043】

したがって、ピエゾスタック 1 への目標エネルギー（ピエゾスタック 1 の両電極間の上限電圧、ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値、充電エネルギーレベル）が、コモンレール圧力（ P_c ）に応じて増減されても、ピエゾスタック 1 が伸長を開始する時期（ノズルニードル 14 の開弁時期またはピエゾインジェクタ 2 の噴射開始時期）の変化を抑えることができると共に、ピエゾスタック 1 が任意量収縮する時期（ノズルニードル 14 の閉弁時期またはピエゾインジェクタ 2 の噴射終了時期）の変化を抑えることができる。これにより、エンジンのエミッション性能やドライバビリティ性能等の低下を防止することができる。

【0044】

[第 2 実施形態の制御方法]

図 5 は本発明の第 2 実施形態を示したもので、ピエゾインジェクタ 2 の噴射期間（噴射量）、噴射時期制御方法を示したフローチャートである。

【0045】

イグニッションスイッチがオン（ $IG \cdot ON$ ）されると、第 1 実施形態と同様にして、コモンレール圧力センサ 65 によって検出されたコモンレール圧力（ P_c ）を取り込み、コモンレール圧力（ P_c ）に基づいて、ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値）、すなわち、ピエゾスタック 1 への目標エネルギーを例えばマップ検索により算出する（充電量可変手段：ステップ S11）。

【0046】

次に、上記のステップ S11 で求めた目標エネルギーを EDU9 へ指令する（ステップ S12）。次に、上記のステップ S11 で求めた目標エネルギー毎の、別途求めた指令噴射量（ $QFIN$ ）とコモンレール圧力（ P_c ）と指令噴射期間（ $TQFIN$ ）との関係を実験等により測定して作成した特性マップを用いて、各目標エネルギー毎の指令噴射期間（ $TQFIN$ ）を求める（噴射期間決定手段：ステップ S13, S14）。なお、各目標エネルギー毎の特性マップ間は補間により指令噴射期間（ $TQFIN$ ）を求める。

【0047】

次に、上記のステップ S11 で求めた目標エネルギー毎の、別途求めたエンジ

ン回転速度 (NE) と指令噴射量 (QFIN) と指令噴射時期 (TFIN) との関係を実験等により測定して作成した特性マップを用いて、各目標エネルギー毎の指令噴射時期 (TFIN) を求める (噴射時期決定手段: ステップ S15, S16)。なお、各目標エネルギー毎の特性マップ間は補間により指令噴射時期 (TFIN) を求める。次に、指令噴射期間 (TQFIN)、指令噴射時期 (TFIN) に基づいた噴射量指令値 (噴射指令パルス) を EDU9 に送り (ステップ S17)、これらの処理を終了する。その後に、ステップ S11 以下の処理を繰り返す。

【0048】

[第3実施形態の制御方法]

図6は本発明の第3実施形態を示したもので、ピエゾインジェクタ2の噴射期間 (噴射量)、噴射時期制御方法を示したフローチャートである。

【0049】

本実施形態では、ピエゾスタック1への充電量を増減する方法として、ピエゾインジェクタ2のピエゾスタック1への充電電圧の充電速度を可変する方法を採用している。この場合のピエゾインジェクタ2の噴射期間 (噴射量)、噴射時期制御方法を図6のフローチャートに示す。

【0050】

まず、ステップ S1 でコモンレール圧力 (Pc) に応じたピエゾスタック1への目標エネルギーを求め、次に、この求めた目標エネルギーを EDU9 へ指令する。次に、ピエゾスタック1への目標エネルギーに基づいて、ピエゾスタック1の充電量 (ピエゾスタック1への充電電圧の充電速度)、すなわち、ピエゾスタック1への充電電流を例えばマップ検索により算出する (ステップ S8)。ここで、ピエゾスタック1への充電電流は、図6に示したように、ピエゾスタック1への目標エネルギーが増加する程、大きくなるように設定される。

【0051】

次に、ピエゾスタック1への充電電流を EDU9 へ指令する (ステップ S9)。その後に、図4のフローチャートのステップ S3 の処理に進む。なお、ステップ S3 でピエゾスタック1への充電速度、つまり充電電流も考慮して噴射期間補

正量 (ΔT_q) を算出するようにしても良い。また、ステップ S5 でピエゾスタック 1 への充電速度、つまり充電電流も考慮して噴射開始時期補正量 (ΔT_s) を算出するようにしても良い。

【0052】

[第3実施形態の効果]

以上のように、本実施形態のコモンレール式燃料噴射装置は、コモンレール圧力 (P_c) に応じてピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値および充電速度を増減するエネルギー可変制御実施時に、目標エネルギーに対応した補正後噴射期間および補正後噴射開始時期を算出するようにしている。

【0053】

例えばピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 への目標エネルギー (ピエゾスタック 1 の両電極間の上限電圧、ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値、充電エネルギーレベル) およびピエゾスタック 1 の充電速度の増減に応じて実際の噴射量または噴射終了時期またはノズルニードル 14 の閉弁時期が変化しないように、ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値および充電速度が増大する程および充電速度が速い程、噴射期間が短くなり、噴射量および噴射終了時期の変化が小さくなる。

【0054】

また、ピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値および充電速度の増減に応じて実際の噴射開始時期またはノズルニードル 14 の開弁時期が変化しないように、ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値が増大する程および充電速度が速い程、指令噴射時期を遅角させることにより、実際の噴射開始時期の変化を小さくすることができる。これにより、ピエゾインジェクタ 2 の噴射開始時期から噴射終了時期までの実際の噴射期間の変化が小さくなるので、エンジンの各気筒の燃焼室内に噴射される実際の噴射量の変化が小さくなる。

【0055】

それらによって、ピエゾインジェクタ 2 のピエゾスタック 1 の両電極間の上限電圧 (ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値、充電エネルギーレベル) および充電速度を増減するエネルギー可変制御を実施しても、ピエゾスタック 1 への充

電開始時点からピエゾスタック 1 が任意量伸長する時点までのピエゾスタック 1 の充電時間の変化が小さくなると共に、噴射指令パルスの終了時点からピエゾスタック 1 が任意量収縮する時点までのピエゾスタック 1 の放電時間の変化が小さくなる。

【0056】

したがって、ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値および充電速度が、コモンレール圧力 (P_c) に応じて増減されても、ピエゾスタック 1 が伸長を開始する時期（ノズルニードル 14 の開弁時期またはピエゾインジェクタ 2 の噴射開始時期）の変化を抑えることができると共に、ピエゾスタック 1 が任意量収縮する時期（ノズルニードル 14 の閉弁時期またはピエゾインジェクタ 2 の噴射終了時期）の変化を抑えることができる。これにより、エンジンのエミッション性能やドライバビリティ性能等の低下を防止することができる。

【0057】

[第 4 実施形態の制御方法]

図 7 は本発明の第 4 実施形態を示したもので、ピエゾインジェクタ 2 の噴射期間（噴射量）、噴射時期制御方法を示したフローチャートである。

【0058】

先ず、ステップ S 11 でコモンレール圧力 (P_c) に応じたピエゾスタック 1 への目標エネルギーを求め、次に、この求めた目標エネルギーを EDU 9 へ指令する。次に、第 3 実施形態と同様にして、ピエゾスタック 1 への充電電流を算出する（ステップ S 18）。次に、ピエゾスタック 1 への充電電流を EDU 9 へ指令する（ステップ S 19）。その後、図 5 のフローチャートのステップ S 13 の処理に進む。なお、ステップ S 13 でピエゾスタック 1 への充電速度、つまり充電電流も考慮して指令噴射期間 (TQFIN) を算出するようにしても良い。また、ステップ S 15 でピエゾスタック 1 への充電速度、つまり充電電流も考慮して指令噴射時期 (TFIN) を算出するようにしても良い。

【0059】

[他の実施形態]

第 1、第 2 本実施形態では、ピエゾスタック 1 への充電量を増減する方法とし

て、ピエゾスタック 1 への目標エネルギー（ピエゾスタック 1 への充電電圧の上限値）をコモンレール圧力（ P_c ）に応じて増減する方法を採用しているため、ピエゾインジェクタ 2 の噴射開始時期（指令噴射時期： T_{FIN} ）を補正することなく、ピエゾインジェクタ 2 の指令噴射期間（噴射指令パルス長さ： T_{QFIN} ）のみを補正するようにしても良い。

【0060】

また、ピエゾスタック 1 の充電開始時期を、上記の噴射開始時期（指令噴射時期： T_{FIN} ）に対応して設定しても良く、また、ピエゾスタック 1 の充電保持時間を、上記の指令噴射期間（噴射指令パルス長さ： T_{QFIN} ）に対応して設定しても良い。これらのピエゾスタック 1 の充電開始時期、ピエゾスタック 1 の充電保持時間を使用して、ピエゾインジェクタ 2 の噴射期間（噴射量）、噴射時期を制御しても良い。

【0061】

本実施形態では、コモンレール圧力センサ 65 をコモンレール 6 に直接取り付け、コモンレール 6 内の燃料圧力（コモンレール圧力）を検出するようにしているが、コモンレール圧力センサをサプライポンプ 5 のプランジャ室（加圧室）からピエゾインジェクタ 2 内のシール部までの間の燃料供給ライン 71、72 等に取り付けて、サプライポンプ 5 の加圧室より吐出された燃料圧力、あるいはエンジンの各気筒の燃焼室内に噴射供給される燃料の噴射圧力を検出するようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

ピエゾインジェクタの全体構造を示した断面図である（第 1 実施形態）。

【図 2】

（a）はコモンレール式燃料噴射装置の全体構成を示した概略図で、（b）はピエゾインジェクタの主要部を示した作動説明図である（第 1 実施形態）。

【図 3】

エンジン制御装置を示したブロック図である（第 1 実施形態）。

【図 4】

ピエゾインジェクタの噴射期間、噴射時期制御方法を示したフローチャートである（第1実施形態）。

【図5】

ピエゾインジェクタの噴射期間、噴射時期制御方法を示したフローチャートである（第2実施形態）。

【図6】

ピエゾインジェクタの噴射期間、噴射時期制御方法を示したフローチャートである（第3実施形態）。

【図7】

ピエゾインジェクタの噴射期間、噴射時期制御方法を示したフローチャートである（第4実施形態）。

【図8】

EDUへの噴射指令パルス、ピエゾスタックへの目標エネルギー、ピエゾスタックへの充電電流、噴射率の挙動を示したタイミングチャートである（従来の技術）。

【図9】

EDUへの噴射指令パルス、ピエゾスタックへの目標エネルギー、ピエゾスタックへの充電電流、噴射率の挙動を示したタイミングチャートである（従来の技術）。

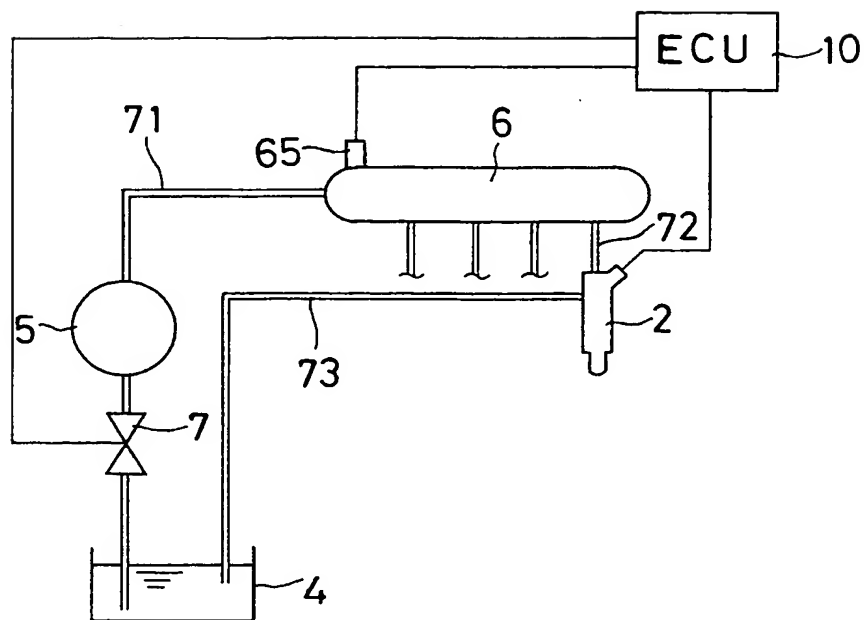
【符号の説明】

- 1 ピエゾスタック（ピエゾ素子）
- 2 ピエゾインジェクタ
- 3 棒状体
- 9 インジェクタ駆動回路（EDU）
- 10 エンジン制御ユニット（ECU、充電量可変手段、噴射期間決定手段、噴射時期決定手段、噴射期間補正手段、噴射時期補正手段）
- 11 ノズル部
- 12 背圧制御部
- 14 ノズルニードル

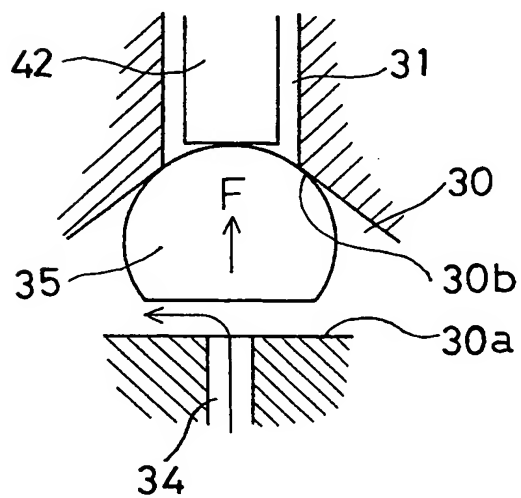
6 5 コモンレール圧力センサ（燃料圧力検出手段）

【図 2】

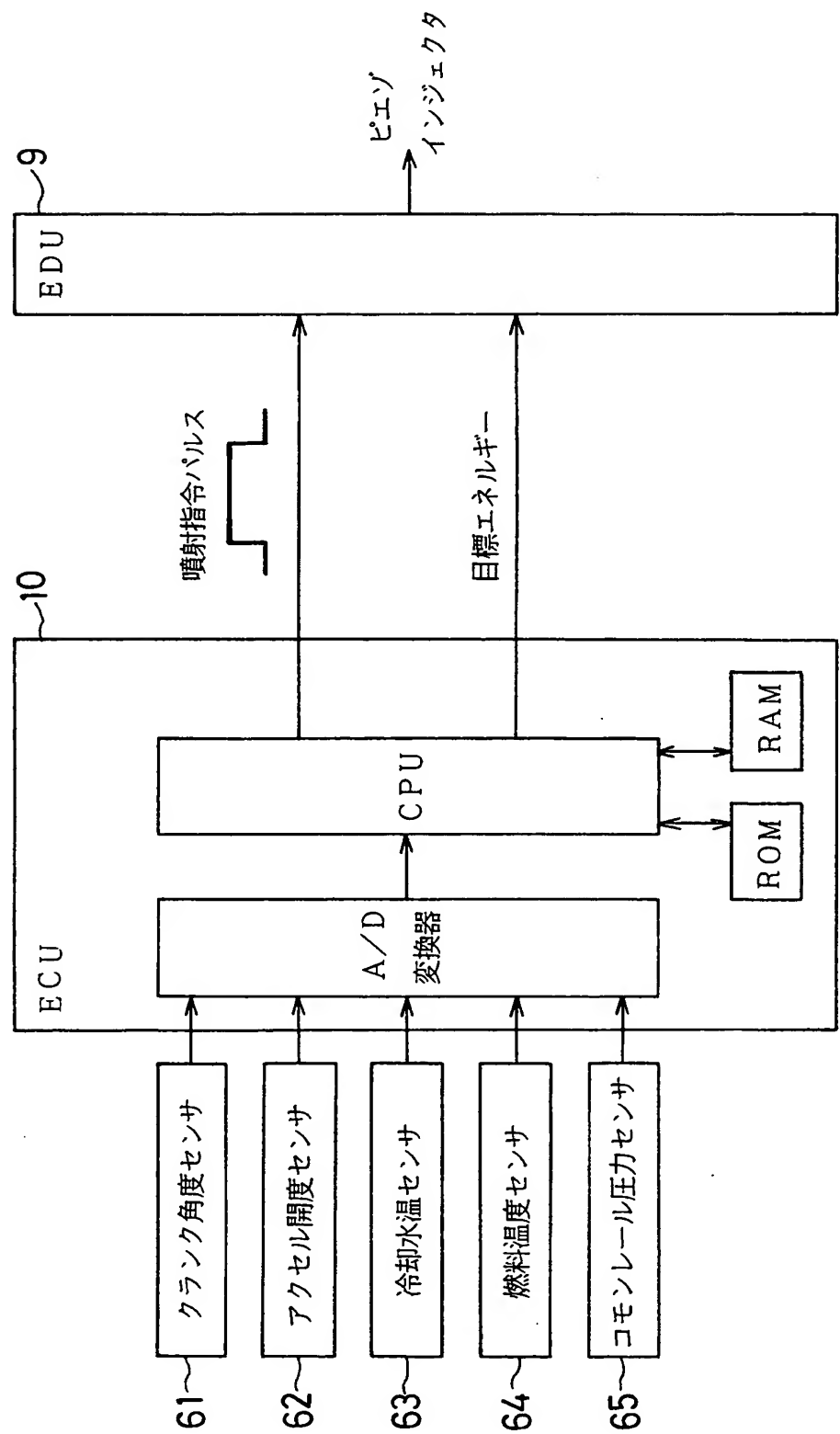
(a)



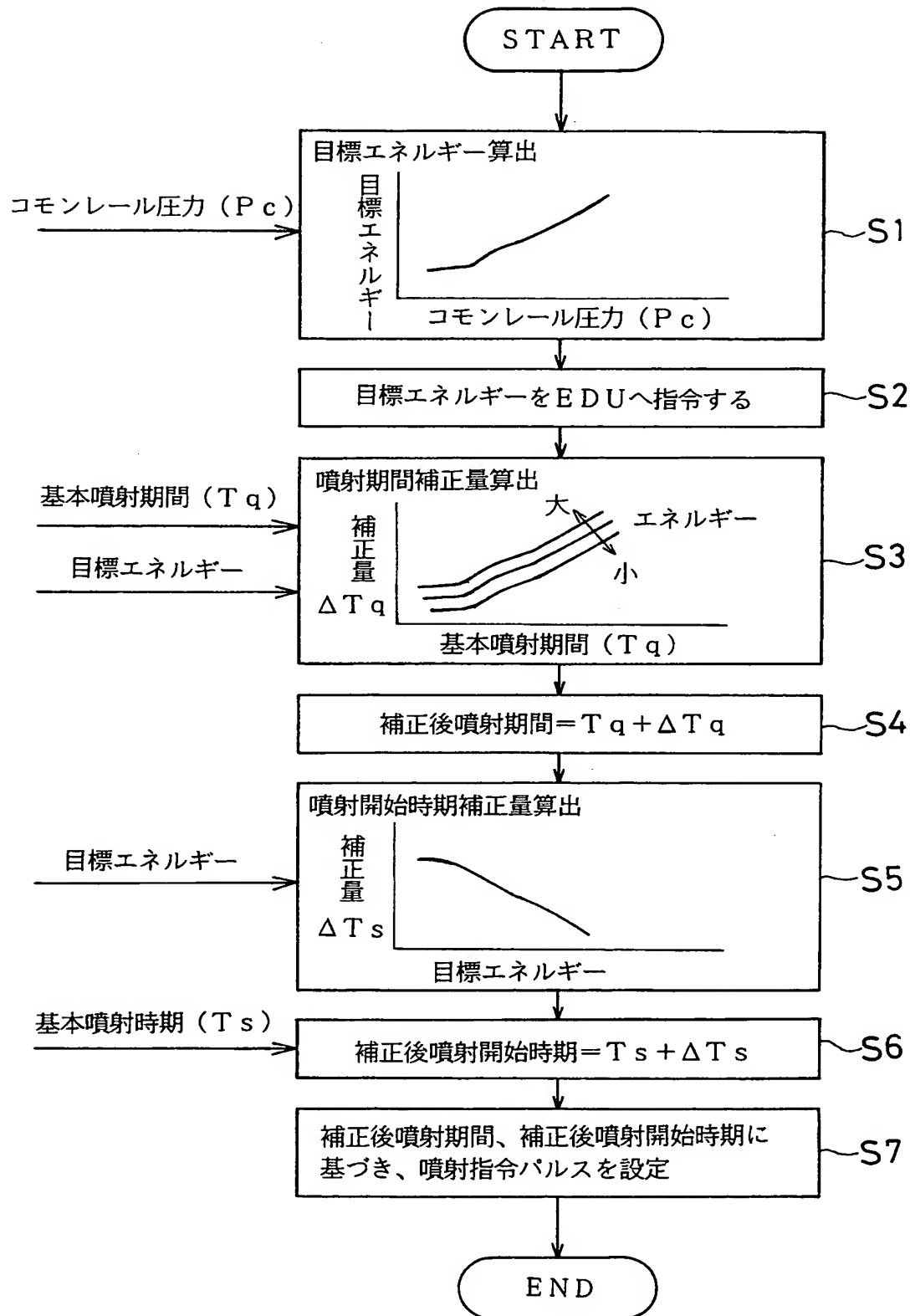
(b)



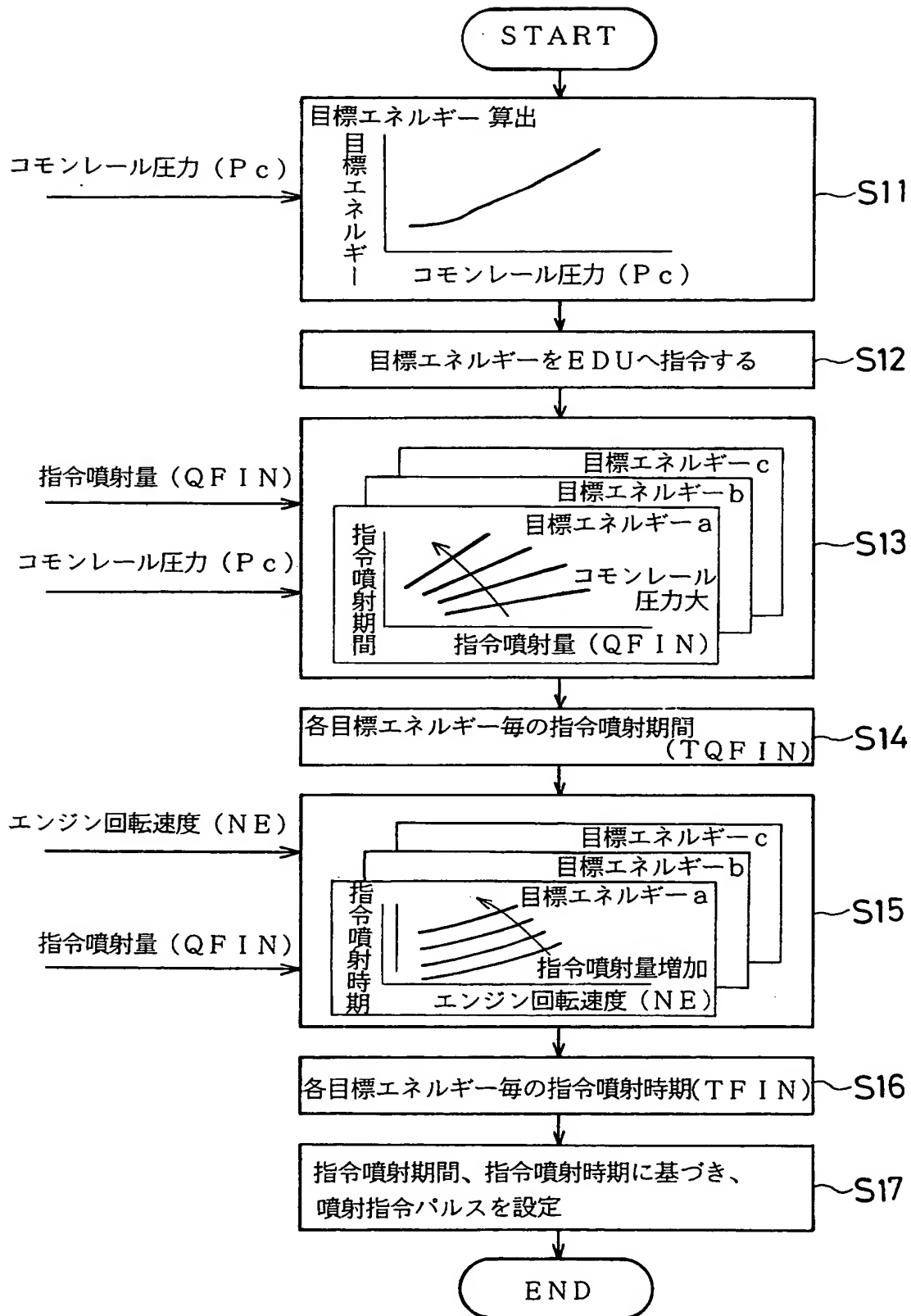
【図 3】



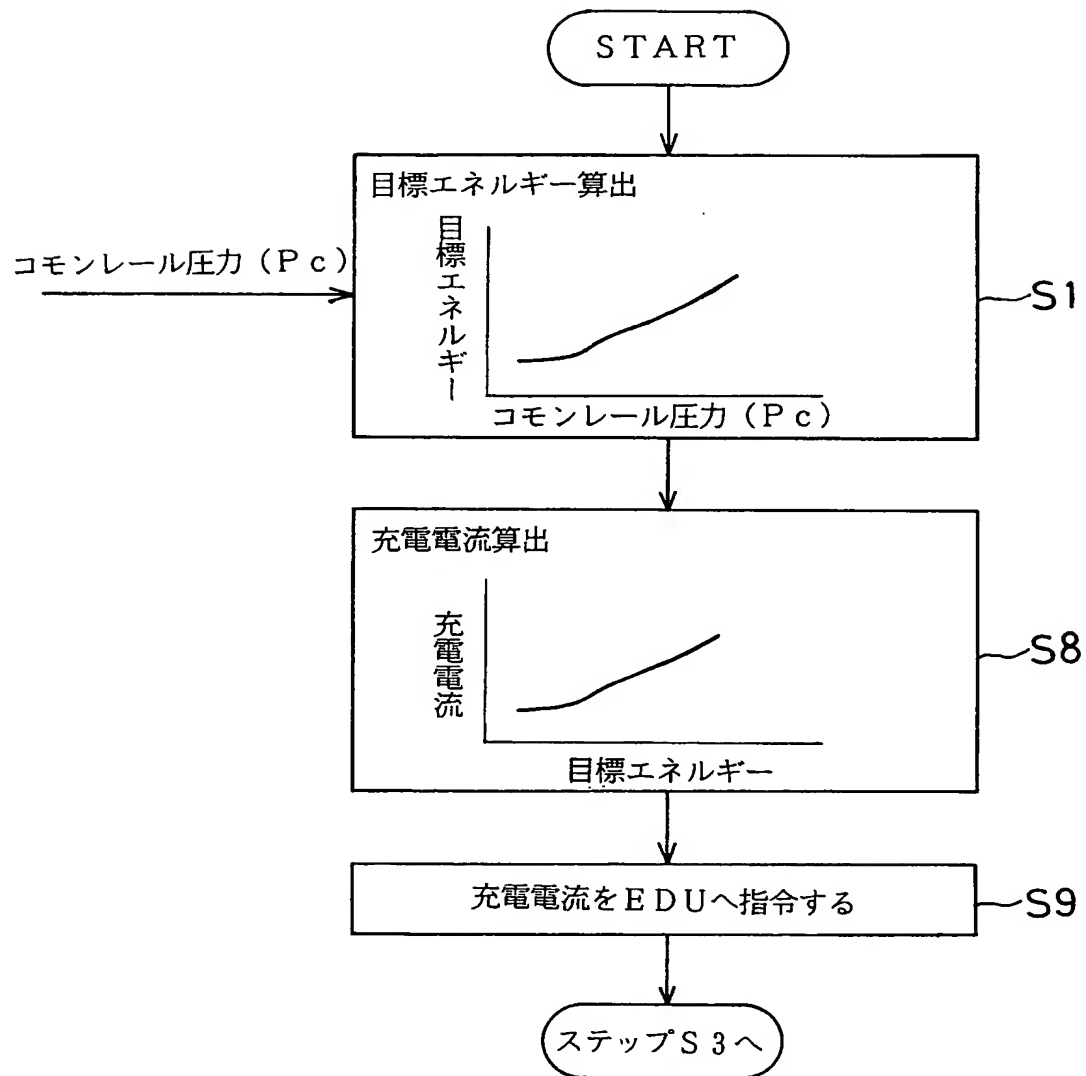
【図 4】



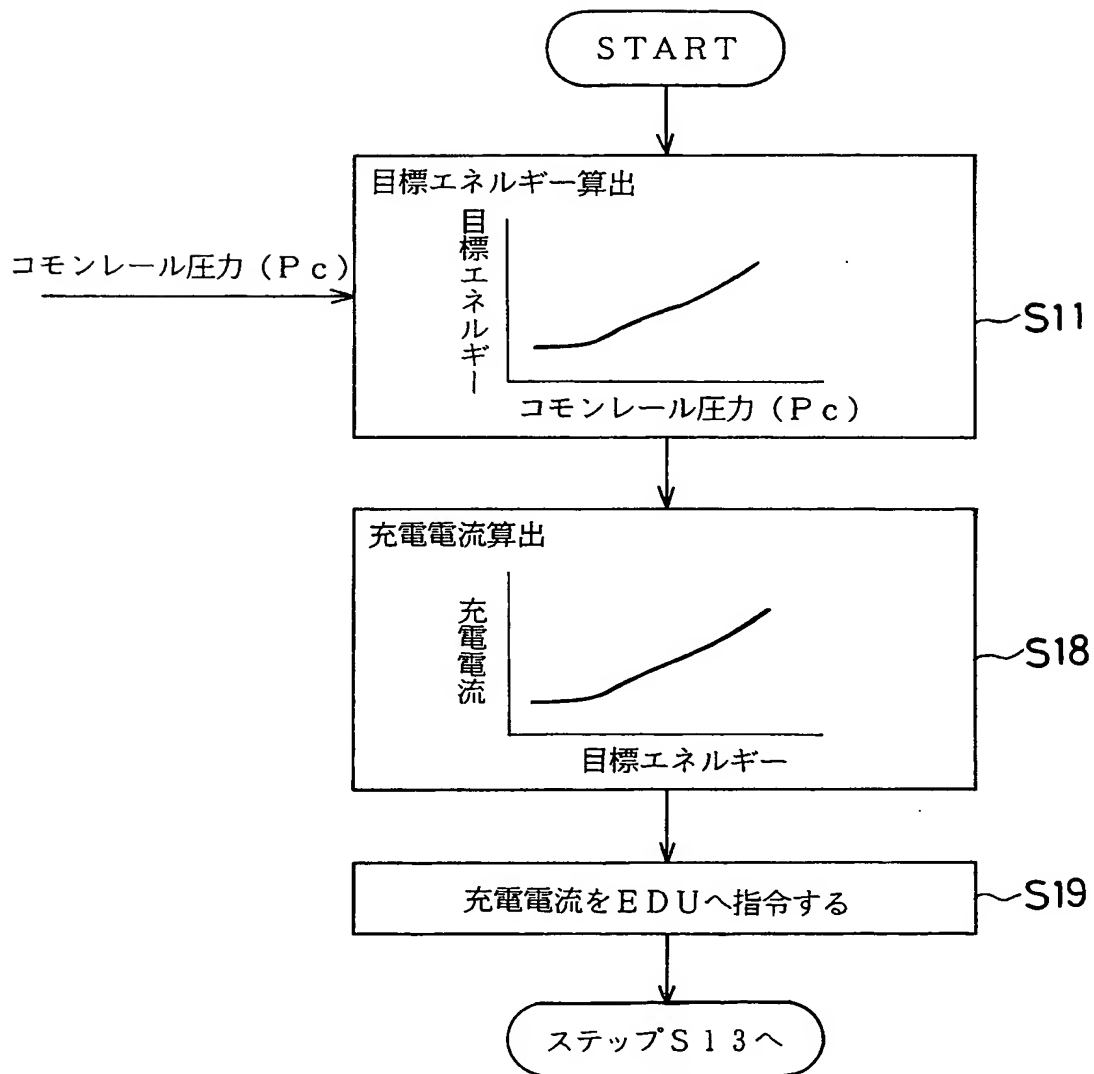
【図 5】



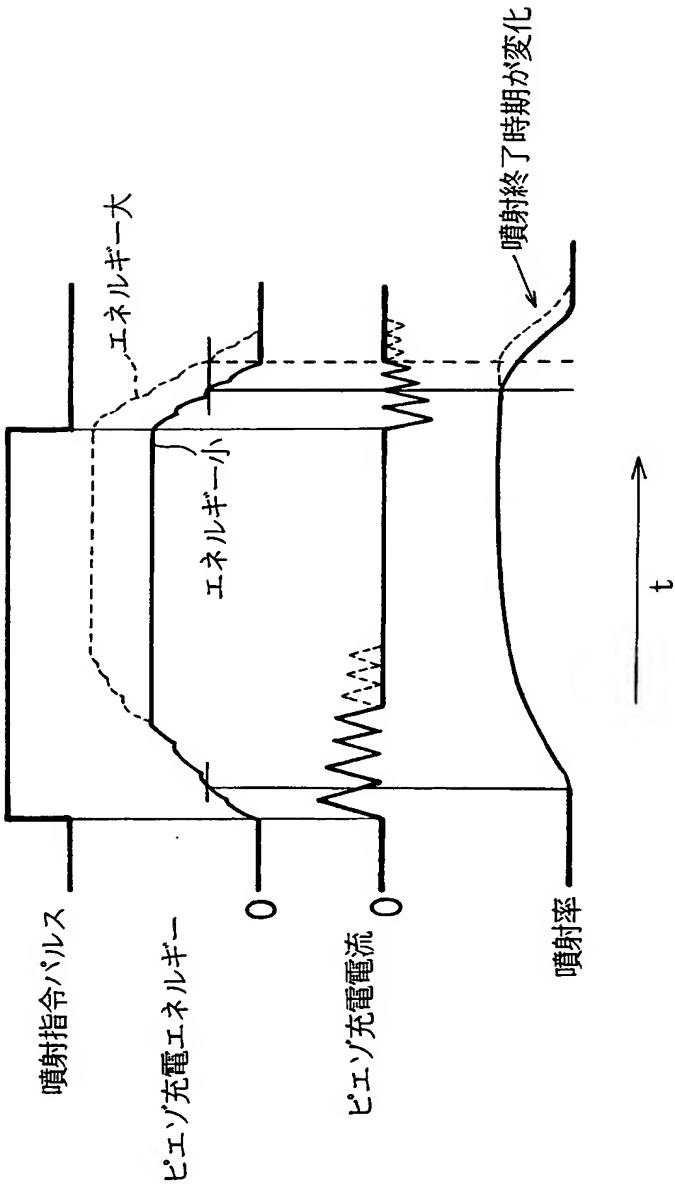
【図 6】



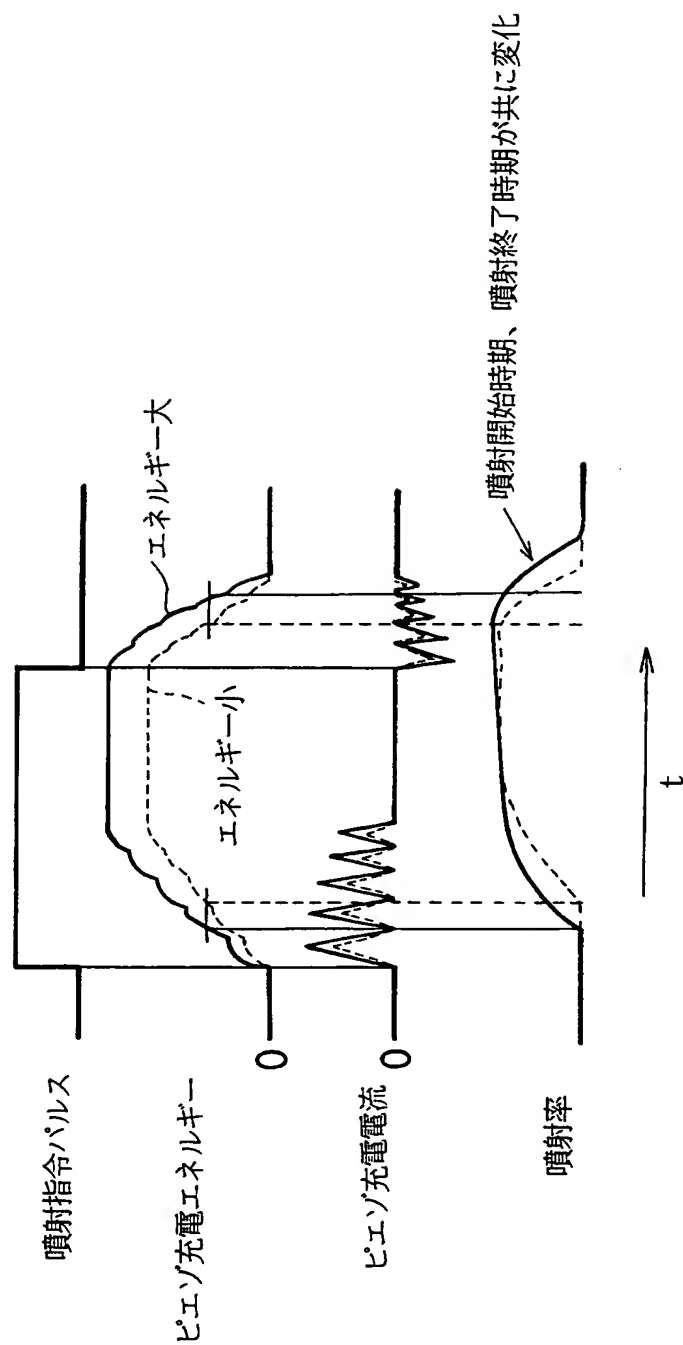
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ピエゾインジェクタのピエゾスタックへの充電量を増減するエネルギー可変制御中に、噴射期間または噴射開始時期を補正することにより、エンジンのエミッション性能やドライバビリティ性能等の低下を防止する。

【解決手段】 コモンレール圧力（ P_c ）に応じてピエゾインジェクタのピエゾスタックへの充電量（充電電圧の上限値または充電速度）を増減するエネルギー可変制御実施時に、ピエゾインジェクタのピエゾスタックへの目標エネルギーの増減に応じて噴射終了時期またはノズル部の閉弁時期が変化しないように、ピエゾスタックへの目標エネルギーが増大する程、噴射期間が短くなる。また、ピエゾインジェクタのピエゾスタックへの目標エネルギーの増減に応じて実際の噴射開始時期またはノズル部の開弁時期が変化しないように、ピエゾスタックへの目標エネルギーが増大する程、噴射開始時期が遅角することになる。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 2 3 7 8 1 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー